

# 다양한 벽간 Transition 성능을 가지는 등반로봇의 개발 Development of a climbing robot with various wall-to-wall transitioning abilities

\*,#서태원<sup>1</sup>

\*,#T. Seo,(taewon\_seo@yu.ac.kr)

<sup>1</sup>영남대학교 기계공학부

Key words : Climbing robot, wall-to-wall transition, compliant mechanism, dry-adhesives

## 1. 서론

고층빌딩 벽면청소, 원자력 발전소 외벽 조사, 우주정거장 외벽 조사 등의 응용을 목적으로 다양한 등반 로봇이 개발되어 왔다 [1 - 3]. 이 등반 로봇을 개발하는 데에 있어 부착 유닛을 개발하는 것이 아주 중요한데, 자연계를 모사한 dry adhesives 는 높은 부착력, 다양한 부착면 등의 장점으로 많이 개발되어 왔다 [4]. 이 dry adhesives 를 사용한 로봇들도 많이 제시되었는데, 그 낮은 transition 능력으로 인해 적용 범위가 평면 벽으로 한정되어 있다. 다양한 transition 을 하려고 하는 시도가 있어 왔으나 아직 그 transition 능력은 제한적이다.

본 논문은 다양한 transition 능력을 가지는 등반로봇 플랫폼의 개발을 다룬다. 로봇은 compliant 하게 설계되어 다양한 transition 을 복잡한 제어 알고리즘 없이 수행할 수 있다. 끝단의 꼬리는 부착 힘을 regulation 시키는 역할과 external transition 에서 큰 역할을 수행한다. 결과적으로 3 방향의 internal transition 과 3 방향의 external transition 이 가능함을 실험적으로 증명하였다.

본 논문의 2 장에서는 로봇 메커니즘에 대하여 설명한다. 3 장에서는 실험적으로 이 메커니즘을 증명한다. 4 장에서 최종 결론을 제시한다.

## 2. 로봇 메커니즘

Fig. 1 에 로봇 메커니즘이 도시되어 있다. 로봇은 두 개의 wheel-tread 모듈과 그 사이를 연결하는 compliant 관절, 그리고 끝 단의 꼬리로 이루어져 있다.

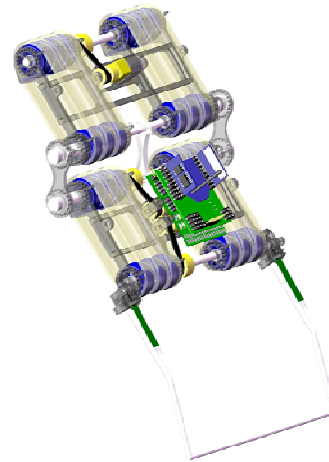


Fig. 1. Robot mechanism

우선 부착 방법으로는 Vytaflex-10 elastomer (Smooth On Inc.) 가 사용되었다. 이 dry adhesive 는 다양한 벽에 높은 부착성능을 보인다. 이 elastomer 로 이루어진 두 개의 모듈은 중간의 compliant 관절로 연결되어 다양한 transition 을 가능하게 한다. 끝 단의 꼬리는 힘 제어를 통해 일정 꼬리 힘을 유지하도록 한다. 각 요소에 대한 설계 변수들은 정적 힘 계산과 최적화를 통하여 결정되었다.

## 3. 실험 및 분석

Fig. 2 에 실험 결과 그림이 도시되어 있다. 개발된 로봇 프로토타입을 이용하여 다양한 transition 이 가능함을 증명하였다. 결과적으로 3 방향의 internal transition (수직면에서 천장

제외), 2 방향의 external transition (수평면과 수직면 사이), 1 방향의 thin-wall transition (수직면 사이)가 가능함을 증명하였다. 장애물 극복 능력도 검증되었다.

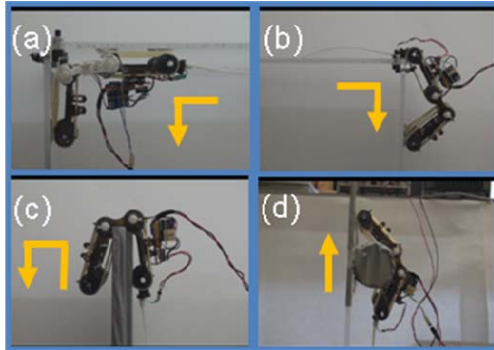


Fig. 2. Various transitioning abilities and obstacle overcoming ability. (a) ceiling to vertical internal transition. (b) floor to vertical external transition. (c) vertical to vertical thin-wall transition. (d) obstacle overcoming.

#### 4. 결론

본 연구는 기존 등반로봇의 한계인 transition 능력을 가지는 등반로봇의 개발을 수행하였다. Dry adhesive 를 이용한 tread-wheel 모듈, compliant 관절, 그리고 꼬리로 이루어진 로봇을 제시하였으며 결과적으로 3 방향의 internal transition 과 3 방향의 external transition 이 가능함을 실험적으로 증명하였다. 개발된 로봇은 다양한 등반로봇 응용분야에 적용될 것을 기대한다.

#### 후기

본 연구는 한국연구재단의 학문후속세대양성사업(NRF-2009-352-D00018)을 받아 수행되었고, 부분적으로 영남대학교의 지원을 받았다.

#### 참고문헌

1. S. Kim, M. Spenko, S. Trujillo, B. Heyneman, D. Santos, and M. R. Cutkosky, "Smooth vertical surface climbing with directional adhesive," IEEE Transaction On Robotics, vol. 24, no. 1, pp.

65-74, 2008.

2. O. Unver, and M. Sitti, "Flat dry elastomer adhesives as attachment materials for climbing robots," IEEE Tran. of Robotics, vol. 26, no. 1, pp. 131-141, 2009.
3. M. Murphy and M. Sitti, "Waalbot: An agile small-scale wall-climbing robot utilizing dry elastomer adhesives," IEEE/ASME Tran. on Mechatronics, vol. 12, no. 3, pp. 330-38, 2007.
4. L. F. Boesel, C. Greiner, E. Arzt, and A. Campo, "Gecko-inspired surfaces: a path to strong and reversible dry adhesive," Advanced Materials, vol. 22, no. 19, pp. 2125-2137, 2010.